

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 2 6 日
Date of Application:

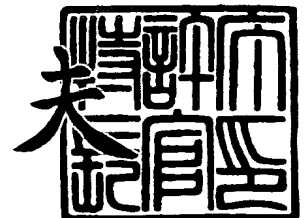
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 9 6 1 8 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 9 6 1 8 2]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 7 6 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 J0105172
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B22F 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 青森県八戸市大字河原木字海岸 4 - 4 4 株式会社アトミックス
 内
 【氏名】 豊島 寿隆
【発明者】
 【住所又は居所】 青森県八戸市大字河原木字海岸 4 - 4 4 株式会社アトミックス
 内
 【氏名】 渡邊 篤
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079108
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 稲葉 良幸
【選任した代理人】
 【識別番号】 100080953
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 田中 克郎
【選任した代理人】
 【識別番号】 100093861
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大賀 眞司
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011903
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9808570

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

Fe を主成分とし、C : 0.8 重量%以下、Si : 0.05 ~ 1.0 重量%、Mn : 1.0 重量%以下、Ni : 1.0 ~ 10.0 重量%以下からなる焼結用原料粉末であって、当該焼結用原料粉末の平均粒径が 8.5 μ m 以下である焼結用原料粉末。

【請求項 2】

さらに、Cr : 2.0 重量%以下、Mo : 3.0 重量%以下、Cu : 3.0 重量%以下、Nb : 0.15 ~ 1.0 重量%、Ti : 0.05 重量%以下から選択される少なくとも 1 種を含有する請求項 1 記載の焼結用原料粉末。

【請求項 3】

前記焼結用原料粉末は、プレアロイ法によって製造される請求項 1 又は 2 記載の焼結用原料粉末。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の焼結用原料粉末を、バインダーを用いて造粒してなる、焼結用造粒粉末。

【請求項 5】

前記焼結用造粒粉末の平均粒径が 10 ~ 150 μ m である請求項 4 記載の焼結用造粒粉末。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の焼結用原料粉末又は請求項 4 又は 5 に記載の焼結用造粒粉末を用いて製造され、相対密度が 97 % 以上である焼結体。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の焼結用原料粉末又は請求項 4 又は 5 に記載の焼結用造粒粉末を成形した後、所定の温度条件で焼結する段階を備える、焼結体の製造方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焼結用原料粉末又は焼結用造粒粉末およびそれらの焼結体

【技術分野】

【0001】

本発明は焼結用の原料粉末に関し、焼結密度が高く、かつ均一な特性が得られるように改質された焼結用低合金鋼微粉等の焼結用原料粉末、または、該焼結用原料粉末を造粒した焼結用造粒粉末又は該焼結用原料粉末または該焼結用造粒粉末を用いて得られた焼結体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

焼結部品の製造に当たって、焼結製品として要求される項目として、高密度と寸法精度、および様々な特性、例えば引張強さ、硬さ、疲労強度、衝撃強度、耐摩耗性などの特性、およびその均一性があるが、密度、寸法精度、およびこれら特性を同時に満足することは容易ではない。

【0003】

従来の低合金鋼の焼結体を得る代表的な方法としては、プレミックス法とプレアロイ法が知られている。

【0004】

プレミックス法とは、鉄粉と金属粉または合金粉を均一に混合し、これを成形した後に加熱焼結して添加元素を固溶させる方法である。この方法は成形までの段階で、鉄粉中に混合された添加金属粉または合金粉が比重差によって分離、偏析したり、あるいは焼結時における添加元素の拡散が十分に進まず均一にならないという難点などがあり、焼結体の不均一性による焼結体の強度や寸法にばらつきが生じるという品質上の問題が発生する。

【0005】

成形段階では、焼結密度が高く、かつ均一な特性の焼結体を得る方法として、射出成形焼結法が知られている。この方法では、粉末粒径の細かいカルボニル鉄粉やカルボニルニッケル粉などカルボニル金属粉の混合粉が一般的に使用されている。しかしながら、これらカルボニル金属粉は、金属カルボニルの熱分解により製造され、その製造に高エネルギーを要し高価であるとともに、金属カルボニル自体が有毒であるため環境上の問題があった。また、カルボニルニッケル粉末は身体に吸引した場合の衛生上の問題もあった。さらに、カルボニル粉末の形態からアトマイズ粉末などに比べて成形密度が小さく、寸法精度が悪いという問題があった。

【0006】

これに対し、プレアロイ法は、Ni, Cu, Mo など必要な合金元素を予め鉄中に溶解させた合金鋼から、アトマイズ法などによって製造した粉末を使用する方法である。この方法は、必要な合金元素を予め鉄中に溶解してあるため、プレミックス法や射出形成法で指摘したような問題は起こらない。

【0007】

プレアロイ法により焼結用原料粉末または焼結体を得た例としては、例えば、特開平6-57301号公報には、CrとMoをプレアロイし、NiやCuは複合合金化によりそれぞれ合金化することにより、高寸法精度、高強度及び高疲労特性を兼ね備え、かつ寸法変化及び強度のばらつきが小さく焼結部品の製造に供して好適な焼結用原料粉末を得ることができる旨が開示されている（特許文献1）。

【0008】

また、特開平11-302787号公報には、プレアロイ元素として、Cu: 1.0~10.0重量%を含み、残部をFeおよび不可避免的不純物からなる水アトマイズ鋼粉により、高強度焼結部品を製造できる旨が開示されている（特許文献2）。

【特許文献1】 特開平6-57301号公報

【特許文献2】 特開平11-302787号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0009】**

しかしながら、これらプレアロイされた従来のアトマイズ粉末は、焼結温度である1200℃以上の温度においては、その金属組織がオーステナイト相が主相となる。このため拡散速度が遅く、これによって焼結性が低下し、焼結密度を高くできないという問題や、結晶粒が粗大化しやすいという問題があり、特性の安定した焼結体を得ることは困難であった。

さらに、粉末粒度の影響を考慮すると、粉末の平均粒度が大きい場合には焼結密度が低く、クローズド・ポアが多いため、焼結後の浸炭焼入れ深さが不安定となる問題もあった。

【0010】

一方、その焼結性は良好となり、焼結密度は改善されるが、流動性が悪くなるという問題があった。このため、圧縮成形法では成形性が悪く、特に、複雑な形状の製品では均一な充填が困難であるという問題があった。

【0011】

また、成形密度が小さくなるため、焼結体の寸法精度が悪く、使用できる粒径には下限があった。そのため、得られる焼結体の焼結密度にも限界があった。

【0012】

さらに、焼結密度が小さい焼結体では、強度や靱性などの特性が悪く、そのばらつきも大きくなり、製品表面の光沢度が低く見かけも悪くなり、品質が低下するという問題があったため、焼結用原料粉末の粒径の適用範囲には制限があった。

【0013】

なお、焼結体の密度を高密度化させずに高強度化を図った例もあるが（例えば、特開平6-65693号公報）、その場合でも溶製材と同等の強度を得るためには焼結体の高密度化は必須である。

【0014】

本発明は上記のような事情に着目してなされたものであり、その目的は、第一に、製造コストが安価で、焼結密度が高い焼結体を得ることができる焼結用原料粉末又は焼結用造粒粉末を提供することである。

【0015】

第二に、安定した特性を有し、焼結後の浸炭焼入れ深さも良好な焼結体を得ることができる焼結用原料粉末又は焼結用造粒粉末を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0016】**

本発明者らは種々の成分系と焼結条件の検討を行った結果、上記課題を解決したものであり、本発明は、Feを主成分とし、C：0.8重量%以下、Si：0.05～1.0重量%、Mn：1.0重量%以下、Ni：10.0重量%以下からなる焼結用原料粉末であって、当該焼結用原料粉末の平均粒径が8.5μm以下である焼結用原料粉末を提供するものである。平均粒径が上記のように比較的細かい焼結用原料粉末であるため、焼結拡散速度が向上し、焼結性が格段に向上する。当該焼結用原料粉末は特別な前処理も必要なく、均質かつ高密度、高強度の焼結体を得ることができる。

【0017】

また、本発明は、前記焼結用原料粉末を、バインダーを用いて造粒してなる、焼結用造粒粉末を提供するものである。

【0018】

さらに、本発明は、前記焼結用原料粉末又は前記焼結用造粒粉末を用いて製造され、相対密度が97%以上である焼結体を提供するものである。

【0019】

さらにまた、本発明は、前記焼結用原料粉末又は前記焼結用造粒粉末を成形した後、所定の温度条件で焼結する段階を備える、焼結体の製造方法を提供するものである。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係る焼結用原料粉末又は焼結用造粒粉末は、製造コストが安価で、流動性や成形性、および焼結性が改善され、焼結密度が高い焼結体を得ることができる。また、安定した特性を有し、焼結後の浸炭焼入れ深さも良好な焼結体を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0021】**

(実施形態1) 焼結用原料粉末

実施形態1に係る焼結用原料粉末は、Feを主成分とし、C:0.8重量%以下、Si:0.05~1.0重量%、Mn:1.0重量%以下、Ni:1.0~10.0重量%以下からなる。

【0022】

Cは強度を高める元素であり、また焼結中に反応して粉末の酸素や酸化物をCOガスとして除去する観点から、0.8重量%以下とした。圧縮成形の場合はその圧縮性の点からできるだけ低いことが望ましい。一方、含有量が0.8重量%を超えると焼結用原料粉末が硬くなって圧縮成形時の圧縮性が悪くなる。なお、Cを含まない、または一部にのみ含むプレアロイ粉末に上記の量のC粉末(黒鉛粉末など)を混合したものであってもよく、このような状態も本実施形態に含まれる。

【0023】

Siは製鋼時の脱酸に必要な元素であり、焼結品の強度を高めるため有益な元素であるが、焼結用原料粉末の圧縮性の観点から、0.05~1.0重量%とした。

【0024】

MnはSiと同様に製鋼時の脱酸に必要な元素であり、焼き入れを高める作用もあるが、含有量が多いとアトマイズ粉末の酸素が高くなり焼結性が悪くなる点、及び焼結用原料粉末の圧縮性を考慮すれば低い方がよく、1.0重量%以下とした。

【0025】

Niは強度と靱性を高める有益な元素である。1.0重量%以下では強度、靱性が低く実用的でなく、10.0重量%を超えると高価となるため、1.0~10.0重量%とした。

【0026】

次に、必要に応じて添加される元素について説明する。上記焼結用原料粉末は、さらに、Cr:2.0重量%以下、Mo:3.0重量%以下、Cu:3.0重量%以下、Nb:0.15~1.0重量%、Ti:0.05重量%以下から選択される少なくとも1種を含有することができる。

【0027】

Crは焼き入れ性を高めて焼結体の強度向上に寄与する元素であり、必要に応じて含有させるが、その効果は2.0重量%では飽和するとともに、製造コストが高くなるので、その上限を2.0重量%とした。

【0028】

Nbは炭素、窒素との結合力が強くNb炭窒化物を生成し、結晶の微細化と強度の向上に効果を有する元素である。結晶粒内に存在する空孔は、結晶粒径が小さいほど、焼結中に粒界へ移動し消失することが容易となり、これによって焼結密度が改善される。

【0029】

従来、低合金鋼の焼結温度での組織はオーステナイト相を主相とするが、元素の拡散速度が遅く、また結晶粒が粗大粒となりやすいため、焼結性が悪く焼結密度を高くできないという問題があった。本実施形態において適量のNbを添加することにより、微細なNb炭窒化物を分布析出させるとともに結晶の粗大化を防止させる効果があり、より高密度の焼結体を得るためには、このNbの添加の効果は大きい。

【0030】

熱力学的に、温度が高いほどNb炭窒化物の析出量は減少するため、1200℃以上の焼結温度においてその効果を得るためのNbの添加量は、好ましくは0.15重量%以上

である。0.15重量%未満では上記効果は十分に発揮されない。またNbの含有量が多い場合コストが高くなり、かつ1.0重量%以上添加しても効果は飽和し、また粗大なNb化合物が生成し焼結体の物性に悪影響を及ぼすため、上限を1.0重量%とした。

【0031】

Moは焼入れ性を高め、焼入れ、焼戻し時の軟化を防止し、耐食性を改善する元素であるため必要に応じて添加する。但し、添加量が多いと製造コストが高くなり、その効果も飽和するため、3.0重量%以下とした。

【0032】

CuもMoと同様に耐食性を改善する元素であり必要に応じて添加する。但し、添加量が多いと製造コストが高くなり、その効果も飽和するため、3.0重量%以下とした。

【0033】

TiもNbと同様に炭窒化物形成元素であり、必要に応じて添加することによって微細な炭窒化物を析出せしめ、焼結密度の向上とともに強度を向上させる。しかしながら、Ti含有量が多い場合、効果が飽和するのみならず、アトマイズ時の溶湯ノズルの絞りに悪影響を与え、場合によりノズルを閉塞するという問題や、粉末酸素の増加とともに焼結性が低下するという問題が発生するため、上限は0.05重量%とした。

【0034】

これら焼結用原料粉末の平均粒径は、8.5 μ m以下、好ましくは8 μ m以下とする。平均粒径が8.5 μ mを超える場合は焼結密度が97%以上の焼結体を得られず、焼結体の中にクロズドポアが多数残留するため焼結体の特性が安定して得られない。

【0035】

平均粒径が小さいほど焼結密度は高くなり、焼結温度を低くすることができる。また、焼結体の結晶の粗大化防止も可能となり、焼結体の特性をより高く安定化させることができる。

【0036】

本実施形態で用いられるバインダーとしては、例えば、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリビニルピロリドン(PVP)、ステアリン酸、パラフィン、ワックス、アルギン酸ソーダ、寒天、アラビアゴム、レジン、ショ糖等を用いることができる。このようなバインダーは、一種単独で用いてもよく、また、二種以上を組合わせて用いてもよい。このような中でも、結合力の高さ、加熱による高い脱バインダー特性、また低価格の観点から、ポリビニルアルコールもしくはポリビニルピロリドンが好ましい。

【0037】

なお、本実施形態で用いられるバインダーは、上記例示に限定されるものではなく、結合剤として機能するものであれば、公知のものの中から鹸化度や重合度に応じて適宜選択して用いることができる。

【0038】

バインダーの配合量は、成形法、用いる合金鋼粉末の量などによって異なり、これらに合せて適宜調整される。したがって、バインダーの配合量は、本発明の効果を達成し得る限り特に限定されるものではない。

【0039】

焼結用原料粉末の製造法は、プレアロイ法により合金元素を予め鉄中に溶解させ、その溶湯から、水アトマイズ法、またはガスアトマイズ法、ガスアトマイズ+水アトマイズ法などの公知の製造法により製造することができる。

【0040】

また、バインダーを溶剤に溶解させた溶液（以下、「バインダー溶液」ともいう）に用いられるバインダーの配合量は、合金鋼粉末の粒子形状や粒度分布により適宜決定され、特に限定されるものではないが、たとえば、水100重量%に対して、0.5~10重量%、好ましくは1~5重量%の量で配合されてもよい。

【0041】

本実施形態の焼結用原料粉末は、圧縮成形、及び、射出成形(MIM: Metal Injectio

n Molding) に好適に用いられる。

【0042】

(実施形態2) 焼結用造粒粉末

本実施形態の焼結用造粒粉末は、実施形態1で説明した焼結用原料粉末を、バインダーを用いて造粒して形成される。

【0043】

本実施形態の焼結用造粒粉末は、バインダー溶液を用いて形成されていることが好ましい。

【0044】

造粒のためのバインダーとしては、実施形態1で記載したものと同様のものが用いられる。

【0045】

また、バインダー溶液に用いられる溶剤としては、たとえば、水、又は、メチルアルコール、エチルアルコールのようなアルコール類等の溶剤を用いることができる。なお、これらの溶剤は、一種単独で用いてもよく、二種以上を組合わせて用いてもよい。

【0046】

圧縮成形焼結用の造粒粉末は、流動性と成形性を改善し高い充填率を達成することができるが、焼結後の寸法精度や材質特性の良好な焼結体を得る観点から、その平均粒径を10～150 μm とすることが好ましい。

【0047】

本実施形態の焼結用造粒粉末は、圧縮成形、及び、射出成形(MIM: Metal Injection Molding) に好適に用いられる。

【0048】

(実施形態3) 焼結体の製造方法

本実施形態の焼結体の製造方法は、焼結用原料(実施形態1の焼結用原料粉末又は実施形態2の焼結用造粒粉末)を製造する第1工程と、前記第1工程により得られた焼結用原料を成形した後、焼結する第2工程を備えている。

【0049】

第1工程である焼結用原料の製造方法は、先に説明したとおりであるためここでは説明を省略する。また、必要に応じて黒鉛粉を添加することもできる。

【0050】

第2工程は、1200～1400℃、好ましくは1250～1380℃の温度条件で焼結する段階を少なくとも備えることが好ましい。

【0051】

上記温度条件で焼結することにより高密度でかつ鏡面性の高い部品を得ることができる。前記雰囲気での圧力条件は、加圧もしくは減圧であってもよく適時設定することができるが、真空雰囲気中で行うことが好ましい。このような条件下で焼結を行うことで、成形体あるいは焼結体の酸化を防止できる。

【0052】

また、第1工程で得られた造粒粉末を成形後、焼結を行う前に、あらかじめ、脱脂処理をする工程が含まれていてもよい。特に、射出成形を行う場合には、通常、圧縮成形を行う場合よりもバインダー量を多く用いるため、脱脂処理することが好ましい。最終的に得られる焼結体に、バインダーが多量に残留していると、たとえば、膨れや割れなどの不良が発生したり、バインダーの成分が焼結体に残留し、得られる焼結体の性状に悪影響を及ぼす場合がある。特にバインダー等に由来する炭素が残留した場合、耐食性を著しく低下させる為に、留意する必要がある。

【0053】

なお、成形及び脱脂処理の方法・条件は、特に制限するものではないが、一般に圧縮成形の場合は、原料粉末同士の摩擦や粉末と金型の摩擦を低減し、圧縮性を改善する目的でステアリン酸亜鉛やアクラワックスなどの潤滑剤をたとえば、原料全体に対し、0.5～

1.5重量%の量で添加混合し、その後該粉末をダイス金型に充填した後、上下パンチで2~8 t/cm²の圧力で圧縮し所定の形状に成形する。次に該成形体を水素あるいはアンモニア雰囲気中で500~700度に0.5~2時間加熱することで脱脂処理を行う。

【0054】

射出成形の場合、まず原料粉末にポリエチレンなどの熱可塑性ポリマー樹脂やカルナバワックスなどのバインダー、必要に応じて界面活性剤などを、原料粉末100重量部に対して、たとえば2~20重量部、好ましくは、5~15重量部配合した後に、150~180度で0.5~1時間混練する。次いで該混練物を解砕機にかけてペレット状にする。次に射出成形機にて、500~1500 kgf/cm²の圧力をかけて金型に押し込み成形する。次に該成形体を水素あるいはアンモニア雰囲気中で500~700度に0.5~2時間加熱することで脱脂処理を行う。得られた焼結体の相対密度は、97%以上であり、好ましくは98%以上、特に好ましくは99%以上である。相対密度が上記範囲であると、高い鏡面性が得られ、また耐食性、機械強度に優れた部品とすることができる。

【実施例1】

【0055】

C:0.48重量%、Si:0.12重量%、Mn:0.31重量%、Ni:2.1重量%、Nb:0.31重量%、残部を鉄と不可避不純物からなる組成の合金元素を配合した後溶解し、その溶湯から、平均粒径が8.2 μmの焼結用低合金鋼微粉を水アトマイズ法によって製造した。この焼結用低合金鋼微粉にバインダーを添加・混合し、金型中で射出成形した後、脱バインダーし、1300℃×2時間、真空雰囲気での焼結炉で焼結することにより、焼結体を得た。

【0056】

なお、焼結用低合金鋼微粉の平均粒径は、市販のレーザー回折式粒度分布測定装置（日機装株式会社製、装置名：SRA7995）により測定した。

【実施例2】

【0057】

実施例1で用いた組成と同じ組成の焼結用低合金鋼微粉を原料粉末として、以下の要領で造粒化を行った。即ち、転動流動造粒装置（株式会社パウレック製、装置名：マルチプレックスグラニュレーターMP01）に原料粉末を投入し、造粒のためのバインダーを造粒装置に連続的に供給しながら造粒し、平均粒径が35 μmの造粒粉末を得た。なお、造粒のためのバインダーは、メチルアルコールを溶媒とするポリビニルアルコール（以下PVAと呼称する）5重量%溶液を、PVA有効量として1重量%を含有したものをを用いた。

【0058】

次いで、この造粒粉末に、潤滑剤としてのアクラワックス（ACRAWAX、LONZA社製）を1重量%添加して、プレス機を用い、成形圧力5 t/cm²で直径30 mm、厚さ5 mmの円盤状試験片（以下、「円盤状試験片」と称することがある）及び、日本粉末冶金工業会規格J PMA M04-1992に規定される焼結金属材料引張り試験片（以下、「引張り試験片」と称することがある）を成形した。

【0059】

これらの試験片を、アンモニア分解ガスの雰囲気400℃で脱脂後、1300℃×2時間、真空雰囲気での焼結炉で焼結することにより、焼結体を得た。

【実施例3】

【0060】

焼結用低合金鋼微粉の組成を、C:0.42重量%、Si:0.15重量%、Mn:0.23重量%、Ni:2.0重量%とし、焼結用低合金鋼微粉の平均粒径を4.5 μmとした以外は、実施例1と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【実施例4】

【0061】

実施例3で用いた組成と同じ組成の焼結用低合金鋼微粉を原料粉末として造粒化を行い

、平均粒径 $40\ \mu\text{m}$ の造粒粉末とした以外は、実施例 2 と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【実施例 5】

【0062】

焼結用低合金鋼微粉の組成を、C: 0.32 重量%、Si: 0.25 重量%、Mn: 0.23 重量%、Ni: 2.0 重量%、Cr: 0.5 重量%、Nb: 0.22 重量%、および、Mo: 0.5 重量%、Cu: 0.23 重量%、Ti: 0.02 重量%とし、焼結用低合金鋼微粉の平均粒径を $6.5\ \mu\text{m}$ とした以外は、実施例 1 と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【実施例 6】

【0063】

実施例 5 で用いた組成と同じ組成の焼結用低合金鋼微粉を原料粉末として造粒化を行い、平均粒径 $48\ \mu\text{m}$ の造粒粉末とした以外は、実施例 2 と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【実施例 7】

【0064】

焼結用低合金鋼微粉の組成を、C: 0.30 重量%、Si: 0.20 重量%、Mn: 0.12 重量%、Ni: 8.0 重量%、Nb: 0.82 重量%とし、焼結用低合金鋼微粉の平均粒径を $6.2\ \mu\text{m}$ とした以外は、実施例 1 と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【実施例 8】

【0065】

実施例 7 で用いた組成と同じ組成の焼結用低合金鋼微粉を原料粉末として造粒化を行い、平均粒径 $45\ \mu\text{m}$ の造粒粉末とした以外は、実施例 2 と同様の方法により、所望の焼結体を得た。

【0066】

[比較例]

表 1 に記載した組成、粉末平均粒径および造粒平均粒径にて焼結体を製造し、比較例 1 ~ 6 とした。

【0067】

[試験例 1] 相対密度の測定

実施例 2、4、6、8 で得られた焼結体（円盤状試験片）を被験試料として、相対密度の測定を行った。相対密度は、まず日本粉末冶金工業会規格「焼結金属材料—密度、含油率及び解放気孔率試験方法」JPMA M01-1992 に準じて焼結体密度を測定し、その焼結密度と真密度との値から、百分率で求めた。

【0068】

結果を表 1 に示す。また、焼結体の組成、粉末平均粒径 (μm)、造粒平均粒径 (μm) も併せて示す。図 1 に、射出成形 (MIM) 焼結用低合金鋼粉の平均粒径と MIM 焼結密度の関係を示す。

【0069】

実施例 2、4、6、8 の焼結体は、いずれも相対密度が 97% 以上であり、高密度な焼結体を得られたことが判明した。

【0070】

[試験例 2] 機械的性質の評価

実施例 2、4、6、8 で得られた焼結体（引張り試験片）を被験試料として、焼結体の機械的性質（強度均一性、伸び均一性）の評価を行った。試験方法としてはインストロン型万能材料試験機（4206 型）を用いて、 1mm/min の応力により引張試験を行った。

【0071】

(1) 強度均一性の評価

前記引張試験を、1 試料について 10 回実施し、焼結体の引張り強さを求めた。その平均値に対して 10 回の測定値のばらつきを百分率で求めて、これを均一性の評価とした。評価基準は以下の通りである。

【0072】

- : 10%未満
- △: 10%以上～15%未満
- ×: 15%以上

【0073】

(2) 伸び均一性の評価

前記引張試験を、1 試料について 10 回実施し、焼結体の伸びを求めた。その平均値に対して 10 回の測定値のばらつきを百分率で求めて、これを均一性の評価とした。評価基準は以下の通りである。

【0074】

- : 10%未満
- △: 10%～15%未満
- ×: 15%以上

【0075】

〔試験例 3〕浸炭焼入の評価

実施例 2、4、6、8 で得られた焼結体（円盤状試験片）を被験試料として、焼結体の浸炭焼入の評価を行った。

【0076】

試験方法は、定法により、目標硬度を定めた焼入焼戻処理を行った後、硬さの測定を行い、その目標硬度と実績硬度の差を基準として評価した。評価基準は以下の通りである。

【0077】

- ロックウェル硬さ（HRC）が目標硬度に対して、
- : ±3 未満
 - △: ±3 以上 ±5 未満
 - ×: ±5 以上

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図 1】射出成形（MIM）焼結用低合金鋼粉の平均粒径と MIM 焼結密度の関係を示す図である。

【0079】

【表 1】

実施例	組成 (%)										造粒平均粒径 (μm)	相対密度 (%)	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb	Ti	射出形成	圧縮形成
1	0.48	0.12	0.31	0.014	0.004	0.04	2.10	—	—	0.31	—	97.8	—
2	0.48	0.12	0.31	0.014	0.004	0.04	2.10	—	—	0.31	—	—	98.1
3	0.42	0.15	0.23	0.015	0.003	0.04	2.00	—	—	—	—	98.9	—
4	0.42	0.15	0.23	0.015	0.003	0.04	2.00	—	—	—	—	—	99.0
5	0.32	0.25	0.23	0.018	0.005	0.50	2.00	0.5	0.23	0.22	0.02	99.3	—
6	0.32	0.25	0.23	0.018	0.005	0.50	2.00	0.5	0.23	0.22	0.02	—	99.1
7	0.30	0.20	0.12	0.012	0.011	0.02	8.04	—	—	0.82	—	98.3	—
8	0.30	0.20	0.12	0.012	0.011	0.02	8.04	—	—	0.82	—	—	98.5
比較例													
1	0.35	0.22	0.28	0.016	0.003	0.03	2.10	—	—	—	—	95.9	—
2	0.35	0.22	0.28	0.016	0.003	0.03	2.10	—	—	—	—	—	96.1
3	0.46	0.16	0.19	0.015	0.006	0.01	8.10	—	—	0.31	—	95.4	—
4	0.46	0.16	0.19	0.015	0.006	0.01	8.10	—	—	0.31	—	—	95.8
5	0.40	0.29	0.32	0.010	0.008	0.56	2.03	0.5	—	0.02	—	93.6	—
6	0.40	0.29	0.32	0.010	0.008	0.56	2.03	0.5	—	0.02	—	—	94.9

【 0 0 8 0 】

【表 2】

	機械的性質		浸炭焼入
実施例	強度均一性	伸び均一性	均一性
2	○	○	○
4	○	○	○
6	○	○	○
8	○	○	○
比較例			
2	△	△	×
4	×	×	×
6	×	×	×

【書類名】図面

【図1】

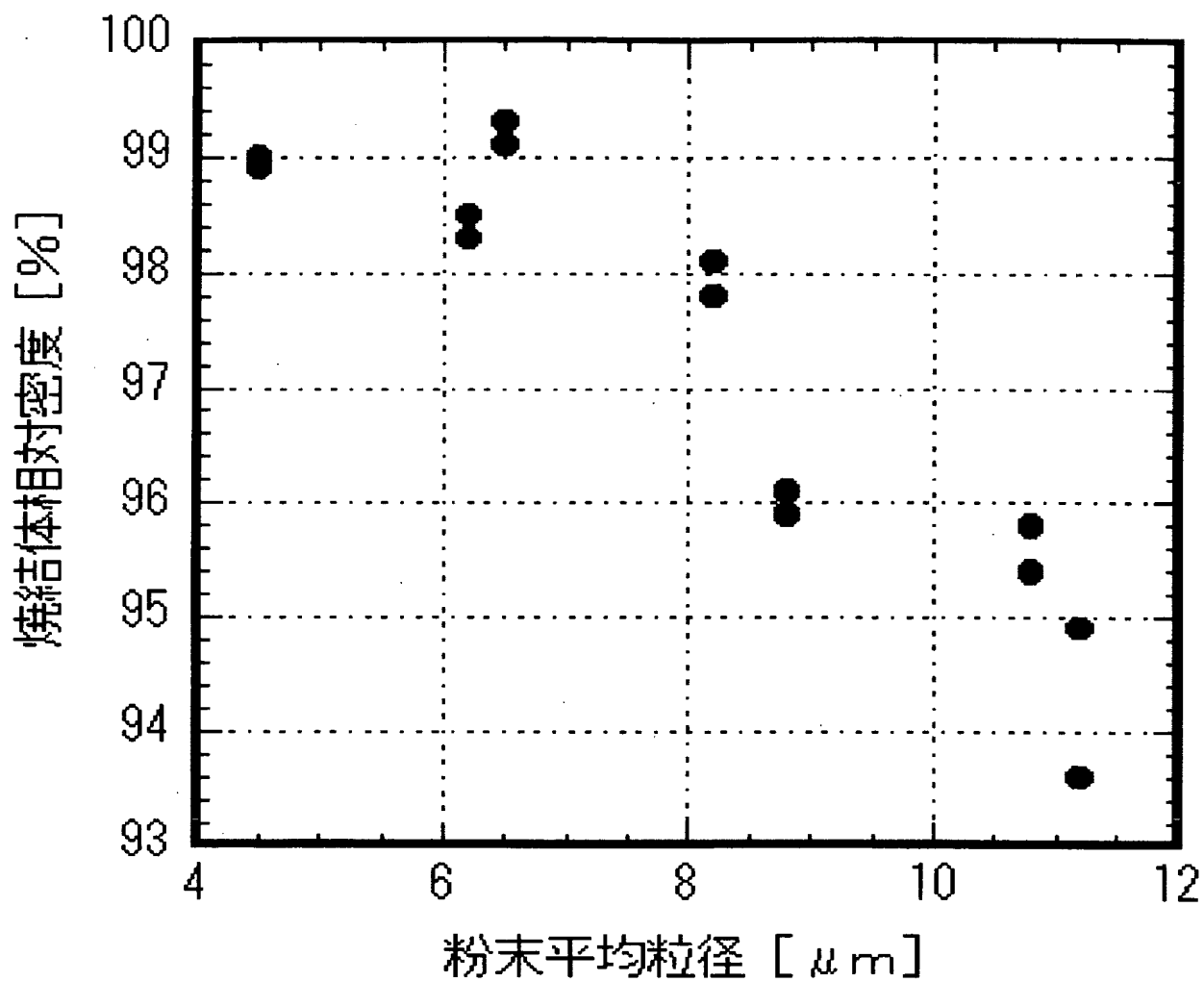


図1. 粉末平均粒径と相対密度の関係

【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 高密度かつ均一な特性の焼結体を得られる焼結用低合金鋼粉、およびそのような特性を有する焼結体を提供することを目的とする。

【解決手段】 Fe を主成分とし、C : 0 . 8 重量 % 以下、Si : 0 . 0 5 ~ 1 . 0 重量 %、Mn : 1 . 0 重量 % 以下、Ni : 1 . 0 ~ 1 0 . 0 重量 % 以下からなる焼結用原料粉末であって、当該焼結用原料粉末の平均粒径が $8 . 5 \mu\text{m}$ 以下である焼結用原料粉末および当該前記焼結用原料粉末を、バインダーを用いて造粒してなる焼結用造粒粉末により解決する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 9 6 1 8 2
受付番号	5 0 3 0 1 9 4 7 9 4 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 1 1 月 2 7 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年11月26日
-------	-------------

特願 2 0 0 3 - 3 9 6 1 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社